Research in Biotechnology at the Canadian Forest Service

Innovation for the Regeneration and Protection of Canada's Forests in Support of Sustainable Forest Management

Natural Resources Canada
Canadian Forest Service

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts

Canada

102-03787/

The Canadian Forest Service (CFS) is generating knowledge and exploring biotechnology applications to improve forest regeneration and protection methods, while ensuring that environmental impact considerations are addressed.

Biotechnology refers to the techniques through which organisms such as plants, fungi, or bacteria can be used to provide products or services.

Biotechnology research is conducted at CFS laboratories in the Pacific, Northern, Great Lakes, Laurentian, and Atlantic Forestry Centres. It is integrated nationwide through research networks, mainly within the Enhanced Timber Production and Protection Network.

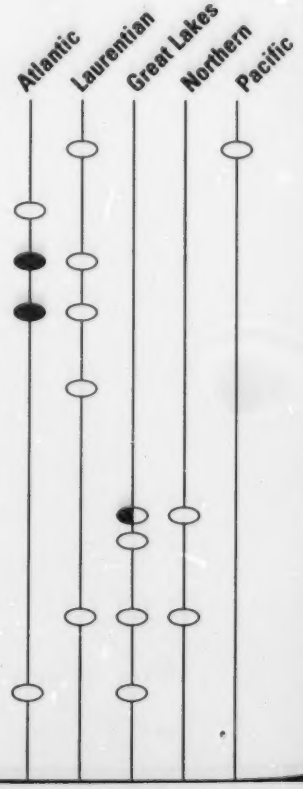
As the largest Canadian organization involved in forest biotechnology, the CFS also plays a key role in defining strategic research orientations, developing research partnerships, advising on regulations, developing skilled workers, increasing public awareness of forest biotechnology, and coordinating activities with industry, academia, and other governmental departments and agencies.

The biotechnology research supported by the CFS provides promising alternative tools that, in the context of sound forest management practices, will contribute to the ultimate goal of promoting the sustainable development of Canadian forests.

Environmental Impact and Deployment Studies

Before any biotechnology-derived product can be released into the environment, a thorough environmental safety assessment must be performed. The CFS is actively developing protocols for science-based evaluations of potential environmental impacts.

Core scientific expertise	Examples
Trees	
Stand management/ deployment studies	- Douglas-fir, western hemlock, white/Norway spruce, white pine
	- Stochastic tree population simulator (POPSIM)
Conservation strategies	- White/bur oak, red/black spruce, white pine
Monitoring protocols	- Using genetic markers (white/red/black spruce, red/silver maple, white pine)
Field trials	- Stability and safety of genetically engineered poplars and conifers, ecological interactions
Biological Pest Control Agents	
Study of host range, infectivity, and toxicity	- Development of safety assessment tools for biological control agents, using microcosms (aquatic and terrestrial) and bioassays
Monitoring protocols	- Diagnostic tools for pathogen identification, study of environmental fate
Field trials	- Efficacy and safety of biological control agents, ecological interactions



Legend

Research Networks:

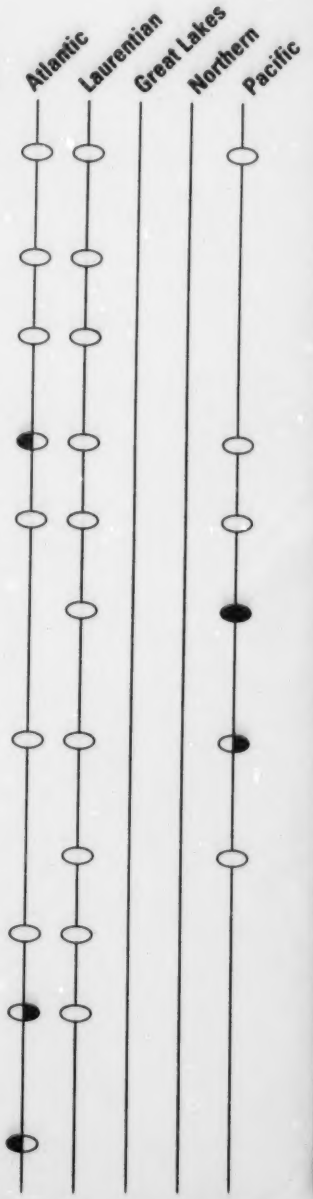
● Forest Health and Biodiversity ● Forest Ecosystem Processes

○ Enhanced Timber Production and Protection Network

Forest Regeneration

Research carried out by the CFS contributes to a better understanding of gene structure and function in conifers. The CFS is actively developing methods for the identification, development, and propagation of superior tree genotypes.

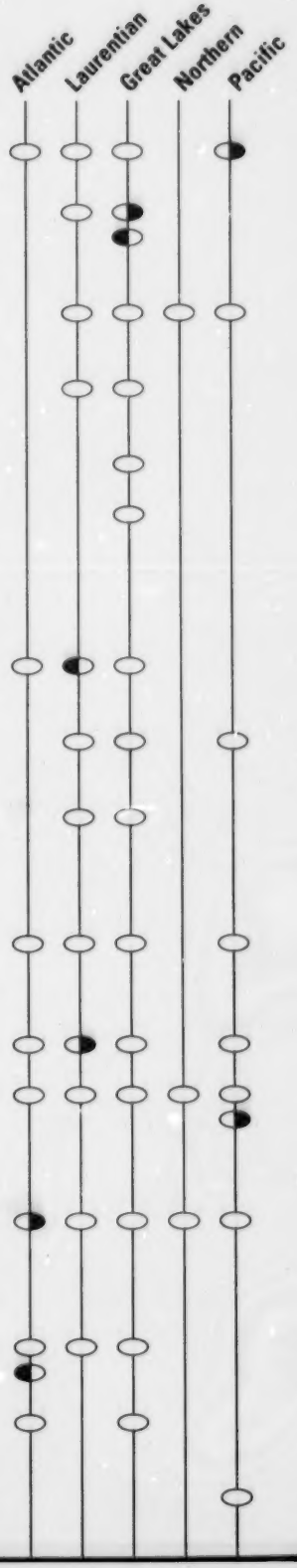
Core scientific expertise	Examples
Advanced Genetics	
Gene function and expression	- Time- and tissue-specific promoters, wood production genes, biotic and abiotic stress genes, flower sterility (spruce, balsam fir, white pine, poplar)
Genetic vs environmental interactions	- White/Norway spruce, white pine, black spruce, red spruce
Genetic structure	- Quantitative trait loci, wood density and quality (spruces), early performance ratings (white spruce), flower sterility (spruce)
Genetic variability	- Black/white/Norway spruce, white pine, eastern yew, western redcedar
Genetic selection	- Pest resistance (white pine, Norway/Sitka spruce, Douglas-fir, American beech)
Plant–insect, plant–pathogen interactions	- Resistance mechanisms in white pine pathosystems with vesicular rust, gall rust, blister rust, and scleroderris canker; Sitka spruce–white pine weevil interactions
Molecular markers	- Development of markers as diagnostic, evaluation, early selection, and forensic tools (spruce, pine, maple, alien forest insect pests and pathogens)
Genetic Engineering	- Spruce, white pine, poplar
Cell and Tissue Culture	
Somatic embryogenesis/ cryopreservation	- White/black spruce, white/jack/western white pine, larches, tamarack
Developmental Biology/ Tree Physiology	- Differentiation (black spruce), dormancy (red/silver maple), seedling physiology (white spruce), hormone regulation (Scots pine, white spruce, balsam fir), production of secondary compounds (eastern yew)
National Tree Seed Centre	- Collection, processing, testing, and storage of seed and germ plasm



Forest Protection

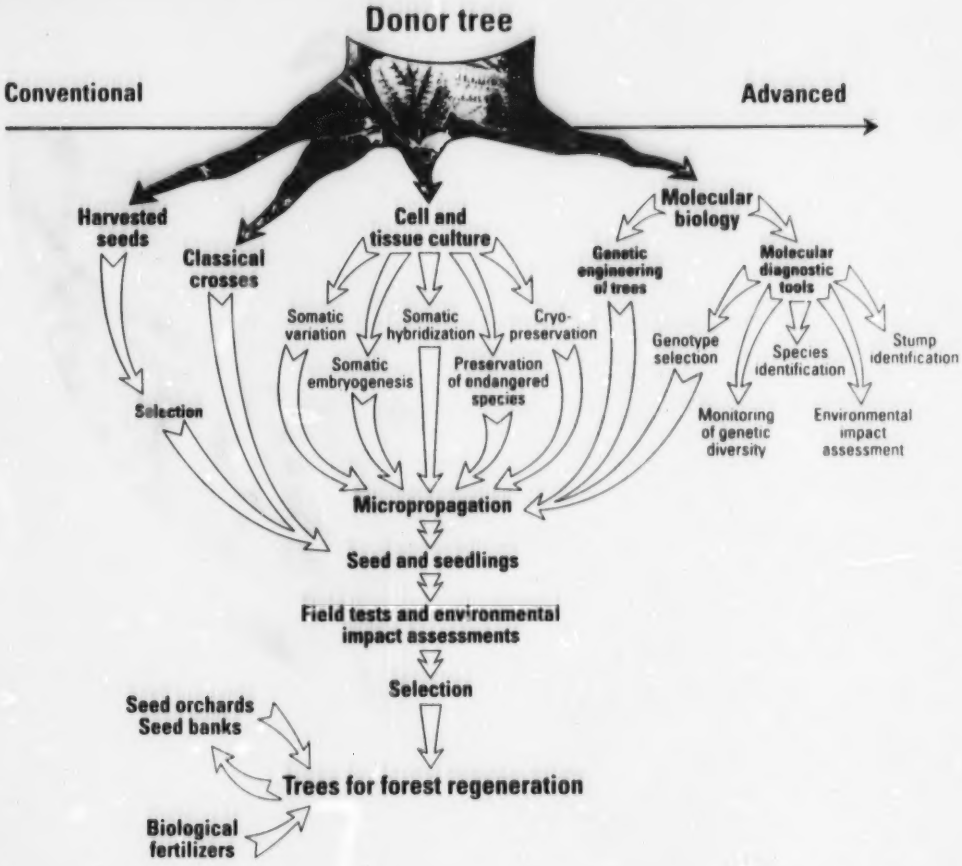
Tree pests and diseases cause extensive losses in productivity, and weeds represent a challenge for the establishment of tree plantations. Effective pest management strategies are thus very important, and biotechnology can provide environmentally sound alternatives to chemical insecticides. The CFS is actively pursuing this area of research.

Core scientific expertise	Examples
Advanced Genetics	
Molecular characterization	- Viral, bacterial, and fungal pathogens of trees; baculoviruses
	- Genes involved in sporulation (white pine blister rust, scleroderris canker, root decay, seedling root rot), genes for resistance to pathogens and insect pests
Molecular markers	- Development of markers as diagnostic, evaluation, biodiversity, and monitoring tools
Gene expression	- Molting and metamorphosis genes (spruce budworm), genes for resistance to insects or pathogens
Genetic Engineering	- Baculoviruses (early molting, markers)
Insect Tissue Culture	- Cell lines of various species for basic research and the production of insect pest control products and bio-active molecules
Developmental Biology/ Physiology	
Insect physiology	- Study of midgut tissue, developmental and reproductive physiology, hormonal control
Biology of pathogens	- Biology of white pine blister rust, scleroderris canker, elm vesicular wilt, blue stain of pine
Biochemistry/ immunochemistry	- Study of insect hormonal metabolic disruptions, modes of action, protein and pheromone chemistry; identification and detection of insect pests
Biological Control Agents	
Baculoviruses	- Against balsam fir sawfly, spruce budworm, Douglas-fir tussock moth, forest tent caterpillar larvae
Microorganisms	- *Bacillus thuringiensis*, various insect pathogens
Fungi	- Bioherbicides (against marsh reed grass, hardwood weeds), competitors (against white pine blister rust, blue stain), pathogens (against insect pests)
Parasitoids/nematodes	- Against yellowheaded spruce sawfly, spruce budmoth, eastern hemlock looper, cone maggots, white pine weevil, gypsy moth
Natural Products	
Pheromones	- Against yellowheaded spruce sawfly, spruce budmoth, eastern hemlock looper
Other semiochemicals	- Insecticidal piper alkaloids, neem (azadirachtin), growth regulators
Spread Rate Model	- Armillaria root decay, seedling root rot

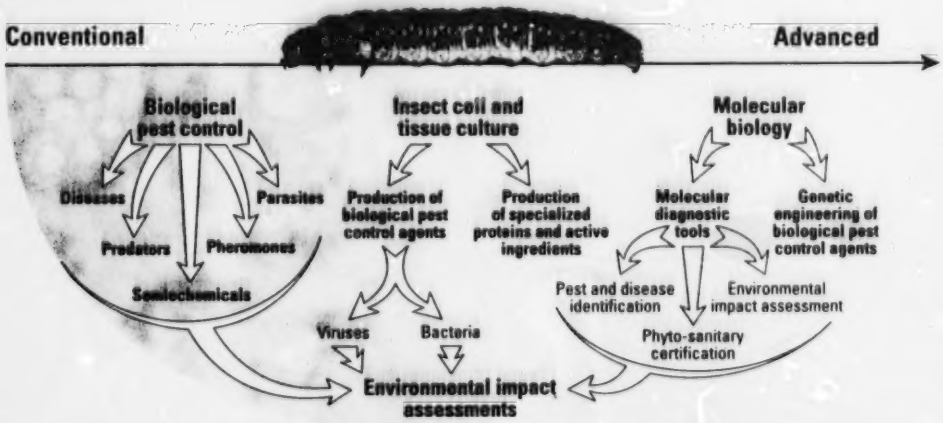


Research in Biotechnology at the CFS

Forest Regeneration



Forest Protection



Innovative biological control methods

For more information contact:

Headquarters
580 Booth Street
Ottawa, Ontario
K1A 0E4
Tel.: (613) 947-9024
Fax: (613) 947-9035

Pacific Forestry Centre
506 West Burnside Road
Victoria, British Columbia
V8Z 1M5
Tel.: (250) 363-0600
Fax: (250) 363-0775

Northern Forestry Centre
5320-122 Street
Edmonton, Alberta
T6H 3S5
Tel.: (780) 435-7210
Fax: (780) 435-7359

Great Lakes Forestry Centre
1219 Queen Street East
P.O. Box 490
Sault Ste. Marie, Ontario
P6A 5M7
Tel.: (705) 759-5740
Fax: (705) 759-5700

Laurentian Forestry Centre
1055 du P.E.P.S. Street
P.O. 3800
Sainte-Foy, Quebec
G1V 4C7
Tel.: (418) 648-3770
Fax: (418) 648-5849

Atlantic Forestry Centre
Hugh John Flemming Forestry Centre
P.O. Box 4000
Fredericton, New Brunswick
E3B 5P7
Tel.: (506) 452-3500
Fax: (506) 452-3525

Corner Brook Office
P.O. Box 960
Corner Brook, Newfoundland
A2H 6J3
Tel.: (709) 637-4900
Fax.: (709) 637-4910

www.nrcan-rncan.gc.ca/cfs-scf/biotech

© Her Majesty the Queen in Right of Canada 2002
ISBN 0-662-31594-4 Cat. no. Fo42-326/2002E

Recherche en biotechnologie au Service canadien des forêts

Méthodes innovatrices de régénération et de protection pour un aménagement durable des forêts canadiennes

Ressources naturelles Canada
Service canadien des forêts

Natural Resources Canada
Canadian Forest Service

Canada

Le Service canadien des forêts (SCF) fait progresser les connaissances sur la biotechnologie et ses applications en vue d'améliorer les méthodes de régénération et de protection des forêts, en tenant compte des répercussions environnementales de ces méthodes.

La biotechnologie est l'ensemble des techniques qui permettent d'utiliser les végétaux, les champignons, les bactéries et les autres organismes vivants pour la production de biens et de services.

Le SCF effectue des recherches en biotechnologie dans ses laboratoires des Centres de foresterie du Pacifique, du Nord, des Grands Lacs, des Laurentides et de l'Atlantique. Les travaux sont intégrés à l'échelle nationale au moyen de réseaux de recherche, et notamment du Réseau sur l'amélioration de la production et de la protection des forêts.

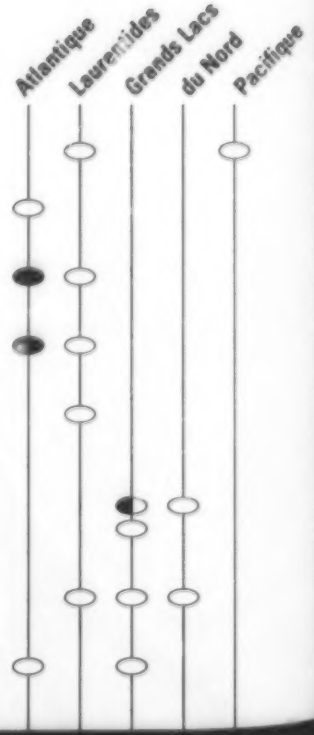
Le SCF est le plus grand organisme canadien de biotechnologie forestière et doit à ce titre fixer les orientations stratégiques de la recherche, établir des partenariats de recherche, fournir des conseils sur la réglementation, former des chercheurs qualifiés, sensibiliser le public à la biotechnologie forestière et coordonner toutes ces activités avec l'industrie, les universités et les autres ministères et organismes publics.

Les recherches en biotechnologie appuyées par le SCF apportent des solutions de rechange prometteuses qui aideront le Canada à réaliser ses objectifs de développement forestier durable, dans le cadre de saines pratiques d'aménagement.

Études d'impact environnemental et de déploiement

Avant de libérer dans l'environnement un produit de la biotechnologie, il faut faire une étude approfondie des risques que présente une telle dissémination. Le SCF travaille activement à élaborer des protocoles scientifiques pour l'évaluation de ces risques.

Grand domaine d'expertise	Exemples
Arbres	
Études de déploiement et d'aménagement des peuplements	- Douglas; pruche de l'Ouest; épinette blanche et épicéa commun; pin blanc. - Simulation stochastique des populations d'arbres (POPSIM).
Stratégies de conservation	- Chêne blanc et chêne à gros fruits; épinette rouge et épinette noire; pin blanc.
Protocoles de surveillance	- Utilisation de marqueurs génétiques (épinettes blanche, rouge et noire; érables rouge et argenté; pin blanc).
Essais sur le terrain	- Stabilité et innocuité des peupliers et conifères génétiquement modifiés; interactions écologiques.
Agents de lutte biologique	
Études sur la répartition des hôtes, le pouvoir infectieux et la toxicité	- Mise au point de microcosmes aquatiques et terrestres et d'épreuves biologiques pour l'évaluation des risques que présentent les agents de lutte biologique.
Protocoles de surveillance	- Outils diagnostiques pour l'identification des pathogènes et l'étude de leur devenir dans l'environnement.
Essais sur le terrain	- Efficacité et innocuité des agents de lutte biologique; interactions écologiques.



Légende

Réseaux de recherche

● Santé des forêts et biodiversité ● Processus des écosystèmes forestiers

○ Amélioration de la production et de la protection des forêts

Régénération des forêts

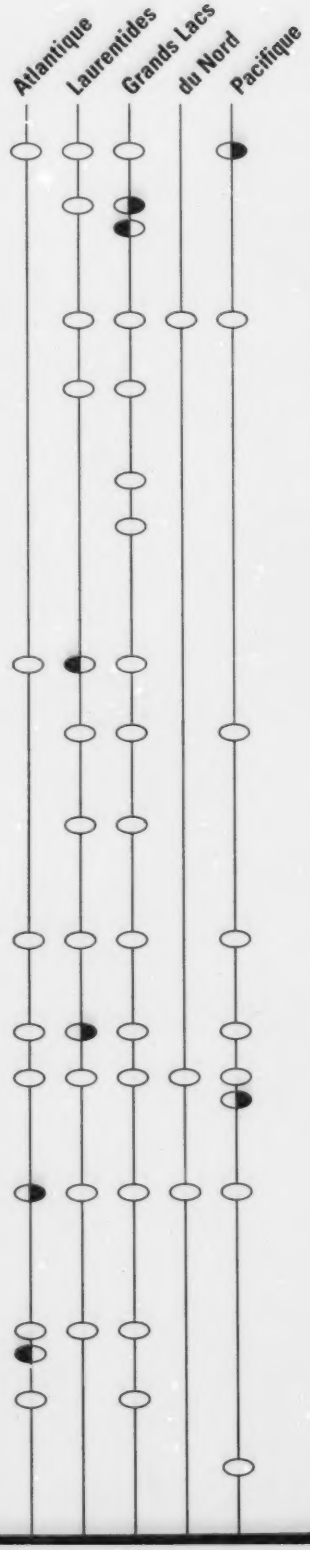
Les recherches du SCF dans ce domaine contribuent à une meilleure compréhension de la structure et de la fonction des gènes chez les conifères. Le SCF travaille activement à la mise au point de méthodes permettant l'identification, la mise au point et la multiplication de génotypes d'arbres supérieurs.

Grand domaine d'expertise	Exemples	Atlantique	Laurentides	Grands Lacs	du Nord	Pacifique
Génétique de pointe						
Fonction et expression des gènes	- Promoteurs chronospécifiques et histospécifiques; gènes de la production de bois; gènes liés aux stress biotiques et abiotiques; stérilité des fleurs (épinettes; sapin baumier; pin blanc; peupliers).	○	○			○
Interactions entre génétique et environnement	- Épinette blanche et épicéa commun; pin blanc, épinette noire, épinette rouge.	○	○			
Structure génétique	- Locus liés aux caractères quantitatifs; densité et qualité du bois (épinettes); cotes de rendement précoce (épinette blanche); stérilité des fleurs (épinettes).	○	○			
Variabilité génétique	- Épinette noire, épinette blanche et épicéa commun; pin blanc; if du Canada; thuya géant.	●	○			○
Sélection génétique	- Résistance aux ravageurs (pin blanc, épicéa commun, épinette de Sitka, douglas, hêtre à grandes feuilles).	○	○			○
Interactions plante-insecte et plante-pathogène	- Mécanismes de la résistance du pin blanc à la rouille vésiculeuse, à la rouille-tumeur et au chancre scléroderrien; interactions entre l'épinette de Sitka et le charançon du pin blanc.		○			●
Marqueurs moléculaires	- Mise au point de marqueurs comme outils de diagnostic, d'évaluation, de sélection précoce et d'expertise judiciaire (épinettes, pins et érables; insectes forestiers nuisibles et organismes pathogènes exotiques).	○	○			●
Génie génétique	- Épinettes; pin blanc; peupliers.		○			○
Cultures cellulaires et tissulaires						
Embryogenèse somatique et cryopréservation	- Épinette blanche et épinette noire; pin blanc, pin gris et pin argenté; mélèze laricin et autres mélèzes.	○	○			
Biologie du développement et physiologie des arbres	- Différenciation (épinette noire); dormance (érables rouge et argenté); physiologie des plantules (épinette blanche); régulation hormonale (pin sylvestre, épinette blanche et sapin baumier); production de composés secondaires (if du Canada).	●	○			
Centre national des semences d'arbres	- Récolte, traitement, vérification et entreposage de semences et de matériel génétique.	●				

Protection des forêts

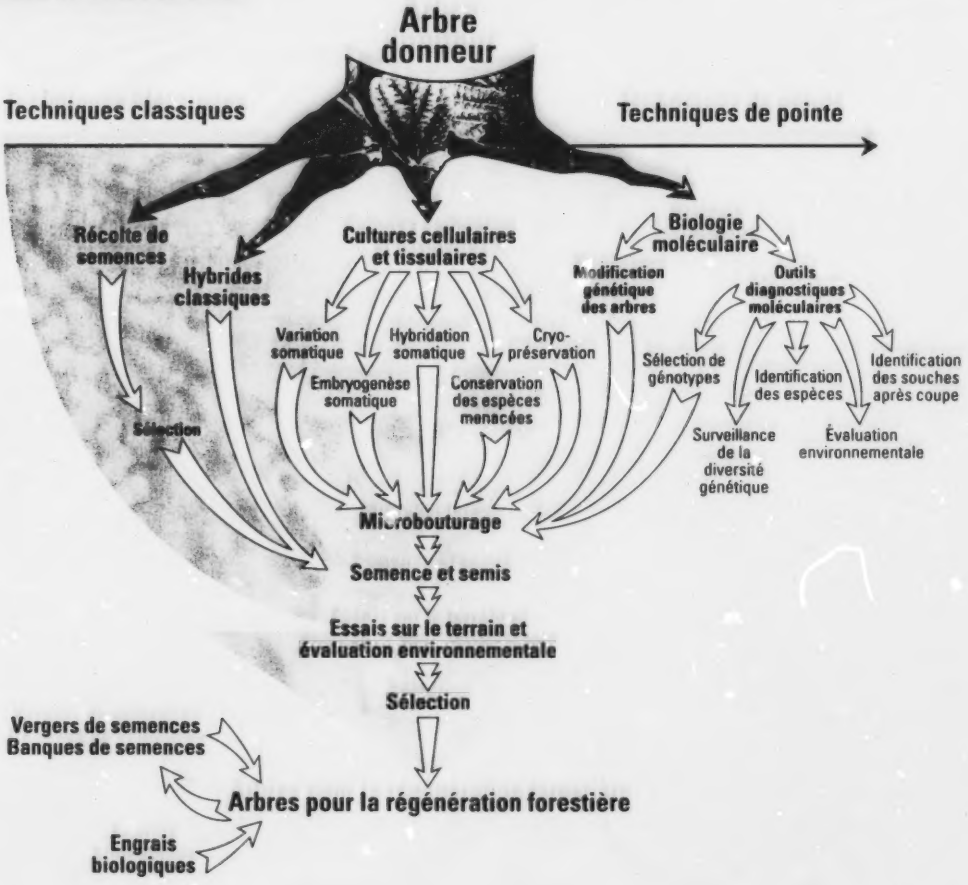
Les ravageurs et les maladies des arbres causent d'importantes pertes de productivité, tandis que les mauvaises herbes nuisent à l'établissement des plantations. Il est donc essentiel d'élaborer des stratégies efficaces de lutte. À cet égard, la biotechnologie permet de remplacer l'emploi d'insecticides chimiques par des méthodes qui soient sans danger pour l'environnement, et le SCF est actif dans ce domaine de recherche.

Grand domaine d'expertise	Exemples
Génétique de pointe	
Caractérisation moléculaire	- Virus, bactéries et champignons pathogènes des arbres; baculovirus.
	- Gènes liés à la sporulation (rouille vésiculeuse du pin blanc, chancre scléroderrien, pourridié-agaric, pourriture des racines des semis); gènes conférant une résistance aux pathogènes et aux insectes ravageurs.
Marqueurs moléculaires	- Mise au point de marqueurs comme outils de diagnostic, d'évaluation et de surveillance.
Expression des gènes	- Gènes liés à la mue et à la métamorphose (tordeuse des bourgeons de l'épinette); gènes conférant une résistance aux insectes ou aux pathogènes.
Génie génétique	- Baculovirus (mue précoce, marqueurs).
Cultures tissulaires d'insectes	- Lignées cellulaires de diverses espèces pour la recherche fondamentale et la production d'agents de lutte contre les insectes et de molécules bioactives.
Biologie du développement et physiologie	
Physiologie des insectes	- Étude des tissus de l'intestin moyen; physiologie du développement et de la reproduction; lutte hormonale.
Biologie des pathogènes	- Biologie de la rouille vésiculeuse du pin blanc, du chancre scléroderrien, du flétrissement vésiculaire de l'orme et de la bleuissure du pin.
Biochimie et immunochimie	- Étude des perturbations hormonales du métabolisme des insectes; modes d'action; chimie des protéines et des phéromones; identification et détection des insectes ravageurs.
Agents de lutte biologique	
Baculovirus	- Lutte contre les larves du diprion du sapin, de la tordeuse des bourgeons de l'épinette, de la chenille à houppes du douglas et de la livrée des forêts.
Microorganismes	- *Bacillus thuringiensis*; pathogènes divers des insectes.
Champignons	- Bioherbicides (contre la calamagrostide du Canada et les feuillus indésirables); compétiteurs (contre la rouille vésiculeuse du pin blanc et la bleuissure); organismes pathogènes (contre les insectes ravageurs).
Parasitoïdes et nématodes	- Lutte contre la tenthrède à tête jaune de l'épinette, la tordeuse de l'épinette, l'arpenteuse de la pruche, les mouches granivores, le charançon du pin blanc et la spongieuse.
Produits naturels	
Phéromones	- Lutte contre la tenthrède à tête jaune de l'épinette, la tordeuse de l'épinette et l'arpenteuse de la pruche.
Autres écomones	- Alcaloïdes insecticides extraits des *Piper*; neem (azadirachtine); régulateurs de croissance.
Modèle du taux de propagation	- Pourridié-agaric; pourriture des racines des semis.

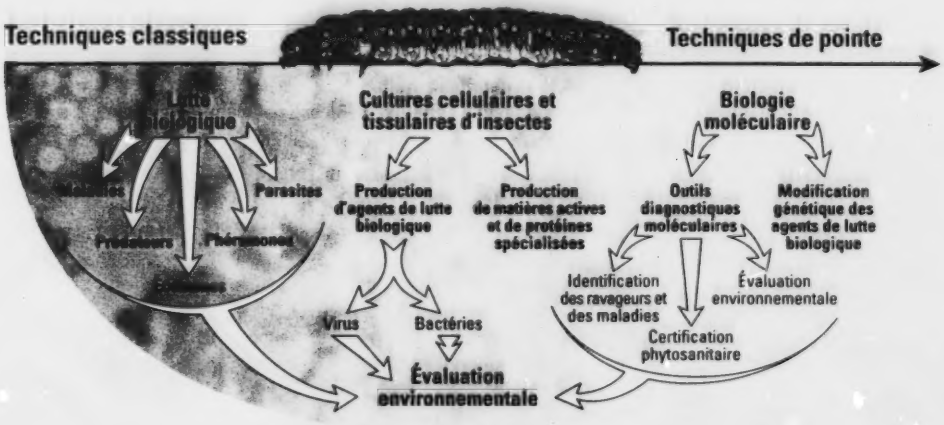


Recherche en biotechnologie au SCF

Régénération des forêts



Protection des forêts



Méthodes innovatrices de lutte biologique

Pour renseignements supplémentaires :

Administration centrale
580, rue Booth, 8e étage
Ottawa (Ontario)
K1A 0E4
Tél. : (613) 947-9024
Téléc. : (613) 947-9035

Centre de foresterie du Pacifique
506, West Burnside Road
Victoria (Colombie-Britannique)
V8Z 1M5
Tél. : (250) 363-0600
Téléc. : (250) 363-0775

Centre de foresterie du Nord
5320-122 Street
Edmonton (Alberta)
T6H 3S5
Tél. : (780) 435-7210
Téléc. : (780) 435-7359

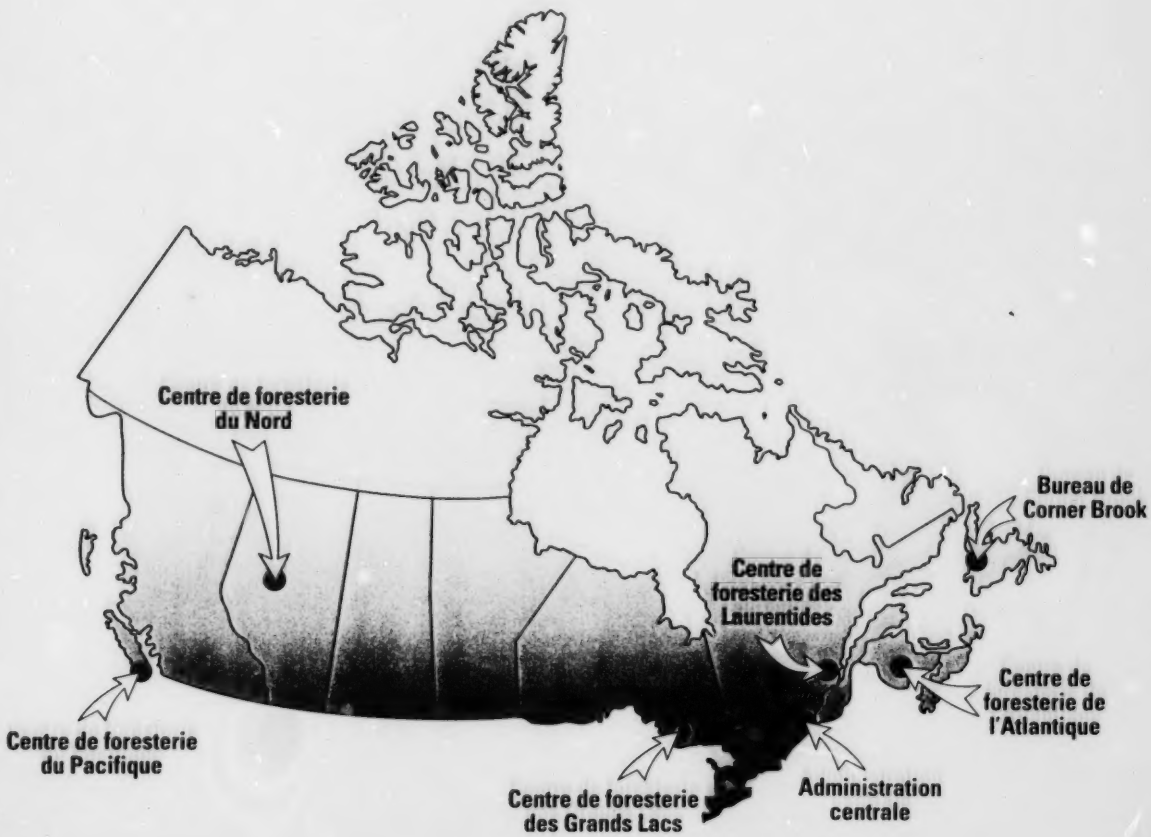
Centre de foresterie des Grands Lacs
1219, Queen Street East
B.P. 490
Sault Ste. Marie (Ontario)
P6A 5M7
Tél. : (705) 759-5740
Téléc. : (705) 759-5700

Centre de foresterie des Laurentides
1055, rue du P.E.P.S.
B.P. 3800
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4C7
Tél. : (418) 648-3770
Téléc. : (418) 648-5849

Centre de foresterie de l'Atlantique
Centre forestier Hugh John Flemming
B.P. 4000
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
E3B 5P7
Tél. : (506) 452-3500
Téléc. : (506) 452-3525

Bureau de Corner Brook
C.P. 960
Corner Brook (Terre-Neuve)
A2H 6J3
Tél. : (709) 637-4900
Téléc. : (709) 637-4910

www.nrcan-rncan.gc.ca/cfs-scf/biotech


Centre de foresterie du Nord
Bureau de Corner Brook
Centre de foresterie des Laurentides
Centre de foresterie de l'Atlantique
Centre de foresterie du Pacifique
Centre de foresterie des Grands Lacs
Administration centrale

© Sa Majeste la Reine du Chef du Canada 2002 ISBN 0-662-86667-3 Numéro de catalogue Fo42-326/2002F